

Лозинская Анна Михайловна,

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра теории и методики обучения физике, технологии и мультимедийной дидактики, Уральский государственный педагогический университет (Екатеринбург); 620151, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 9а; e-mail: anna-loz@yandex.ru.

ФРЕЙМОВОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В РАМКАХ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фрейм; модели представления информации; физика; модуль; модульная технология; профессиональное обучение.

АННОТАЦИЯ. Рассматриваются различные модели представления содержания обучения физике. Обосновываются преимущества фреймового способа структурирования и наглядного представления учебного материала в процессе использования модульной технологии обучения. Описываются различные варианты применения основных фреймовых моделей конструирования и отображения информации. Обсуждаются проблемы разработки фреймовых моделей структурирования знания.

Lozinskay Anna Mikhailovna,

Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Department of Theory and Methods of Teaching Physics, Technology and Multimedia Didactics, Ural State Pedagogical University (Ekaterinburg).

STRUCTURING LEARNING CONTENT OF PHYSICS USING FRAMES IN MODULAR TECHNOLOGY

KEY WORDS: frame; models of representation of knowledge; physics; module; modular technology; vocational training.

ABSTRACT. The article discusses various models presenting the content of teaching physics. The benefits of using frame-based models for visual presentation of educational material in Physics in the use of modular technology education are justified. The author describes different variants for application of basic models of frames for construction and representation of information. The article discusses problems of frame models development of knowledge structuring.

Динамичное и интенсивное развитие техники, технологий, в том числе информационных и нанотехнологий, привело к повышению значимости формирования фундаментальных естественно-научных знаний, и прежде всего физики, теория и методология которой как науки для многих областей теоретического и прикладного знания служит основой и источником их развития. Ускоренный научно-технический прогресс, сопровождаемый быстрым накоплением и изменением информации, обусловили потребность общества в инновационных педагогических технологиях, использующих эффективные способы формирования мыслительной деятельности на основе оперирования крупными информативными блоками и структурами, содержащими сложный образный материал и знания из различных научных областей. Результаты нашего исследования свидетельствуют, что модульное обучение является одним из наиболее перспективных для внедрения в учебный процесс, поскольку позволяет реализовать передовые идеи педагогической и психологической науки в отношении условий, методов, форм и средств обучения при сохранении всех преимуществ данной технологии.

Исследователи в области модульного обучения отмечают его природосообразный характер, который проявляется в соответст-

вии процесса усвоения выделенных при проектировании модульной программы обучения структурных единиц содержания образования нейрофизиологическим особенностям строения мозга и способам восприятия и обработки поступающей в него информации. В процессе восприятия информации в центральных нейронах формируются некоторые уровневые структурные единицы – обобщенные категории (концепты), которые образуют субъективную картину мира в сознании человека (2). В ходе учебной деятельности в условиях целенаправленного использования информационных потоков внешней среды и внутренних ресурсов в мозге в результате его самоорганизации также происходит формирование обобщенных концептов. Создание системы таких дискретных единиц знаний может осуществляться эффективнее, если учебный материал имеет структуру целостных порций информации (например, модулей) и особым образом представлен. Остановимся подробнее на особенностях структурирования содержания образования в модульной педагогической технологии.

При рассмотрении модуля как средства обучения можно говорить о его качественной характеристике. Качество модуля, являющегося целостной единицей учебного знания, во многом определяется способами представления учебно-методической ин-

формации. В связи с этим методическое обеспечение модульного обучения нуждается в предварительной специальной разработке языка (системы символов, знаков, сокращенных и свернутых словесных значений) и моделей структурирования и наглядного отображения информации. В зависимости от вида и содержания учебной информации необходимо использовать приемы ее уплотнения (укрупнения, систематизации и обобщения средствами инженерии знаний) или, напротив, пошагового развертывания с применением разнообразных средств наглядности с учетом того, что комплексная подача учебной информации в образном, словесном, графическом, знаковом и символическом виде способствует наилучшему ее пониманию и прочности усвоения.

В современных исследованиях выделяются следующие модели представления информации: логическая, продукционная, семантическая, фреймовая. Из перечисленных моделей наибольшей информационной емкостью, универсальностью и интегративностью обладают фреймы (Р. В. Гурина, А. А. Остапенко и др.). Фреймовый способ систематизации и наглядного отображения учебной информации основывается на выявлении существенных и стереотипных связей между элементами знания и создании достаточно «жесткой» и универсальной структуры, используемой для конструирования содержания обучения. Поскольку формирование обособленных «порций» учебного материала модуля требует всесторонней систематизации знаний и их презентации в хорошо структурированной и информационно сжатой форме, при проектировании содержания учебных элементов модульной программы целесообразно применять именно фреймы. В результате анализа и обобщения опыта использования фреймов в обучении мы пришли к выводу, что работа с этими моделями представления информации способствует развитию памяти и внимания, повышает скорость восприятия и запоминания, способствует развитию системного мышления, умений выполнять разнообразные интеллектуальные операции, позволяет создавать более четкие структурно-логические схемы, что, в свою очередь, создает условия для оптимизации содержания учебной дисциплины.

Исследуя особенности фреймового представления знаний, мы будем опираться на психологические основы мыслительной деятельности. Современные нейропсихологи утверждают, что «обучение эффективно тогда, когда потенциал мозга человека развивается через преодоление интеллектуальных трудностей в условиях поиска

смысла через установление закономерностей» (1, с. 87). Процесс изучения нового материала можно представить как восприятие и обработку новой информации путем ее соотнесения с понятиями и способами действий, известными обучающемуся, посредством использования освоенных им интеллектуальных операций. Поступающая в мозг по различным каналам информация концептуализируется и структурируется, что приводит к образованию в сознании сетей. Новая информация встраивается в существующие когнитивные схемы, преобразует их и формирует новые когнитивные схемы и интеллектуальные операции. При этом устанавливаются связи между известными понятиями и способами действий и новыми знаниями, возникает структура нового знания. Чтобы изученный материал «встроился» в когнитивные схемы обучающегося, его надо правильно закрепить в памяти с помощью установления связей, существенных для данной информации. Фреймовые схемы направлены на выявление таких связей и представление их с помощью графических или символьных структур. Умственные репрезентации возникают и хранятся в сознании в виде оперативных единиц знаний (образов, представлений, скриптов, сокращенных речевых оборотов и др.). Они формируются в основном с помощью визуальной или языковой информации. Такие свернутые тексты, логические схемы, образы-энграммы, описания процедур и явлений, восприятие которых позволяет быстрее и качественнее усваивать новые системы понятий, способы действий и интеллектуальные операции могут быть созданы в результате фреймового структурирования и представления содержания обучения.

При работе с фреймом в ходе сложной аналитико-синтетической деятельности как обучающего, так и обучаемого осуществляется сворачивание вербальной информации в сжатые словесные тексты, перевод вербальной информации в образную, синтезирование целостной системы элементов знаний со специфическими связями и отношениями. Освоение перечисленных видов мыслительной деятельности, а также операций по конкретизации смыслов, разворачиванию логической цепочки размышлений, описанию образов и их признаков с помощью вербальных средств обмена информацией формирует продуктивные способы мышления, столь необходимые человеку при современных темпах развития науки, техники и технологий.

Процесс разработки фреймовых моделей представления знаний связан со специфическими проблемами, которым следу-

ет уделить особое внимание. Как уже отмечалось нами выше, конструирование фрейма основывается на сложной аналитико-синтетической деятельности разработчика, в процессе которой осуществляются сворачивание информации, ее кодирование, схематизация и синтезирование целостной системы элементов знаний. Использование фрейма в процессе учения требует от обучаемого аналогичной мыслительной деятельности по извлечению знания из схемы и разворачиванию смысла, эффективность которой зависит от знаковой формы представления знания. Связано это с тем, что основным моментом при обучении мышлению является включение определенных знаковых средств и способов деятельности с ними в деятельность учения. Действительно, процессы решения учебных задач, заданных определенным текстом условий, требуют *перехода от текста условий к выражениям тех знаковых систем, в которых эти задачи могут быть решены, а затем перехода от этих знаковых систем к объективным ситуациям.*

Различные формальные знания значительно отличаются друг от друга по структуре знакового материала. При этом всякая знаковая (формальная) система, как указывает в своих научных трудах Г. П. Щедровицкий, является *особой оперативной системой*, в которой и с которой действуют совершенно иначе, чем с реальным объектом, знания о котором зафиксированы в предмете конкретной науки. Для решения методологических проблем представления знаний несовпадение изображения структуры объекта с самим объектом должно быть осознано как принцип (например, установленные процедуры чтения чертежей позволяют переходить от одних проекций к другим или от проекции к самому объекту). Таким образом, *всякий способ синтеза знаний оказывается жестко связанным со специфическим способом их получения: должны существовать процедуры переходов между различными представлениями и знаниями, что означает возможность установления между ними определенных связей. Процедуры абстракции и процедуры синтеза, полученные посредством абстракции представлений и знаний, должны образовывать единый познавательный механизм* (4).

Всё вышесказанное имеет непосредственное отношение к проблеме конструирования фрейма как *изображения* знаний в свернутом виде, включаемого в деятельность мышления. Действительно, особое назначение этого изображения, специфика процедур его создания и употребления делают его новой единицей системы научного

предмета. Специально конструируемое представление объекта (фрейм) не является уже знанием в том виде, в котором были знания в предшествующих знаковых формах, оно имеет свой состав, структурные связи и отношения. Таким образом, перед нами лежит задача изложения основной идеи объединения знаний посредством изображения объекта в виде *модельной схемы* с использованием ее специфических функций и строения. Для этого знания должны быть перестроены в соответствии с предполагаемой структурой объекта (фреймом). Отсюда следует, что структуру фрейма необходимо представить еще до того, как начнется работа по перестройке и синтезу имеющихся знаний. При этом в *анализе и описании модельной схемы должны быть зафиксированы назначение объекта изображения и его функции не только в отношении исходных знаний, но и в отношении результата работы – системы перестроенных и объединенных знаний.* После получения специального изображения объекта начинается новый этап мыслительной работы – использование его непосредственно для синтеза знаний и построения нового синтетического знания, которое затем применяется в практической работе с реальностью. Знаковая форма фрейма должна быть так устроена и так организована, чтобы обеспечить перенос знаний с идеального объекта теории (модели) на реальные объекты практики или другие формальные знания. Создание организованной и несущей определенный смысл знаковой формы достигается переносом связей замещения и соотнесения знаний внутрь формы и их имитацией с помощью функциональной структуры (формальной связки), которая *фиксируется в материале знаков и выявляется в процессе понимания этих форм.* Особо следует подчеркнуть, что в процессе преобразования знаний из фрейма происходит проверка его структуры на устойчивость (универсальность), выявляется степень стереотипности выделенных обобщенных концептов, связей и отношений, что, в свою очередь, может потребовать преобразования самого синтетического знания, т. е. модельной схемы фрейма. Отметим, что отсутствие соответствующих, специально выработанных логических средств затрудняет выявление действительной структуры знаний и формирование необходимой структурной модели.

Когнитивные цели освоения содержания образования определяют возможность использования в процессе конструирования учебного материала следующие модели фреймов (рис. 1):

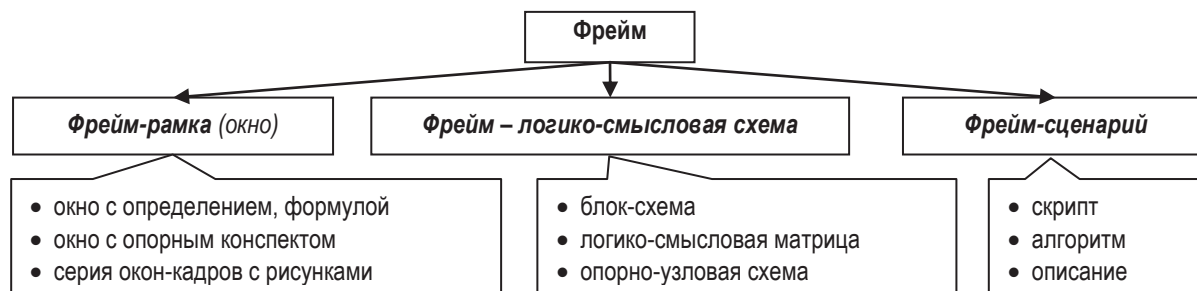


Рис. 1. Модели фреймов

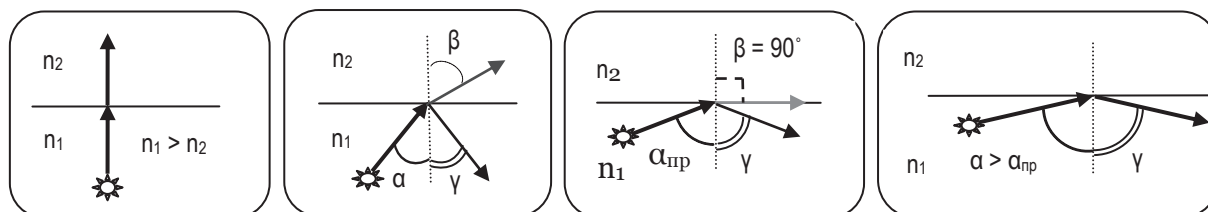


Рис. 2. Фрейм в виде серии кадров, иллюстрирующий явление полного внутреннего отражения света

1) фрейм-рамку – для *акцентирования внимания* на воспринимаемом тексте, выделения *причинно-следственных связей* между физическими величинами; *систематизации, обобщения и уплотнения информации*;

2) фрейм – логико-смысловую схему – для *определения структуры* учебной информации, *установления иерархии и связей ее элементов, систематизации знаний, развития аналитико-синтетических умений, акцентирования внимания* в процессе освоения учебного материала на основных структурных элементах информации;

3) фрейм-сценарий – для *установления процедуры выполнения задачи или действия, формирования и развития учебных умений, освоения и систематизации знаний по дисциплине, установления закономерностей событий или процессов, развития логического, проблемного, творческого мышления обучающихся*.

Фрейм-рамка представляет собой «окно», в которое загружается определенная учебная информация.

Для *акцентирования внимания* на воспринимаемом тексте в рамку можно заключить определения физических величин, формулировки физических законов, формулы. Выделение в тексте основополагающих единиц учебного знания не только повышает наглядность определенной учебной информации, но и создает предпосылки для формирования системы знаний.

Для *систематизации, обобщения и уплотнения информации* в рамку можно загрузить опорный конспект по учебному содержанию модуля, который содержит основные знания, расположенные в логиче-

ской последовательности и отображенные преимущественно с помощью графических средств, сжатых и символических текстов (свернутое знание, наглядно и ярко представленное).

Для выделения *причинно-следственных связей* между физическими величинами в рамку можно поместить рисунок, отображающий ситуацию в серии описания явления или процесса (рис. 2).

Фрейм – логико-смысловая схема выполняет функции скелета, каркаса, устанавливающего наиболее типичные, значимые, системообразующие связи между смысловыми ячейками.

Для *систематизации знаний, развития аналитико-синтетических умений* обучающихся структурирование учебного содержания можно осуществить с помощью линейных или многомерных логико-смысловых матриц (В. Э. Штейнберг и др.). В линейных структурах уплотненные учебные знания, выделенные по определенному основанию, упорядоченно располагаются вдоль одной оси. Примером фрейма – линейной матрицы может служить ось времени, на которой отмечены этапы развития научного познания в определенной области. Фреймы – многомерные матрицы конструируются чаще всего в виде таблиц, основанных на сравнении или обобщении структурных элементов знания.

Для *акцентирования внимания* в процессе освоения учебного материала на основных структурных элементах информации содержание обучения может быть представлено в виде опорно-узловых схем. Например, в центре схемы может располагаться обобщенный концепт, соответ-

вующий теме или разделу дисциплины, от которого радиально расходятся лучи, установленные в соответствии с определенными структурными элементами знаний (научные факты, понятия, законы и теории). На каждом луче с помощью узлов можно выделить компоненты данного элемента знания.

Для *определения структуры учебной информации*, установления иерархии и связей ее элементов содержание обучения можно представить с помощью блок-схемы. Данный вид фрейма может быть применен при изучении теории, явлений, понятий. Напри-

мер, при изучении физических величин, относящихся к элементу знания «понятие», могут быть выделены следующие смысловые ячейки: основание теории → ядро теории → приложение теории (по М. А. Чошанову). Аналогичная структура может стать основой логико-смыслового фрейма изучения физического закона (рис. 3).

Приведем пример использования фрейма в виде блок-схемы для формирования обобщенного представления о новых когнитивных элементах (рис. 4).

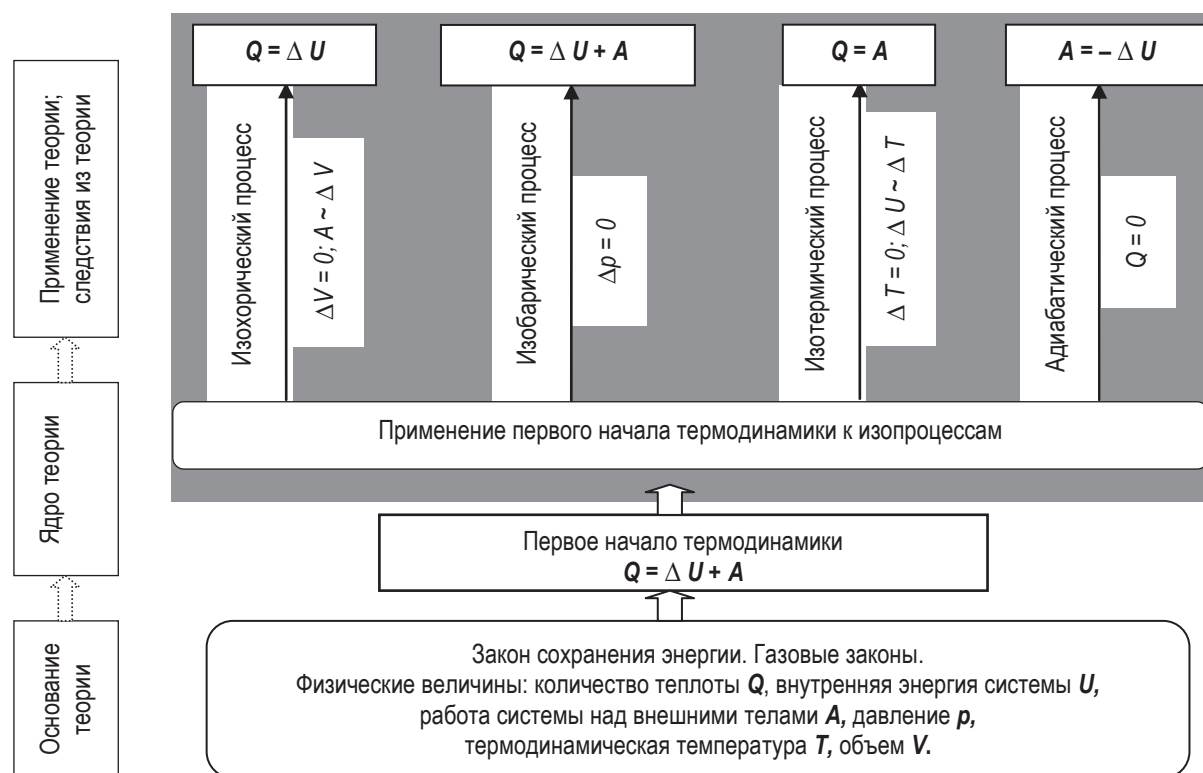


Рис. 3. Схема фрейма по изучению первого начала термодинамики

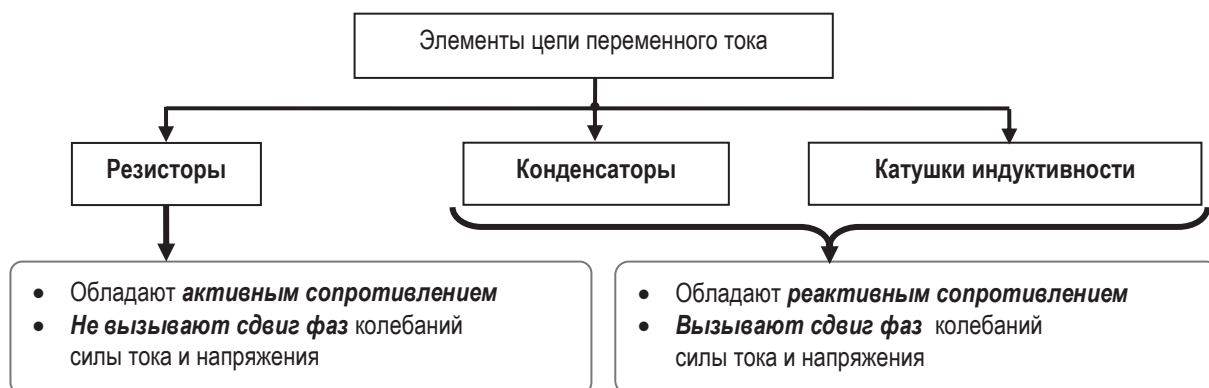


Рис. 4. Фрейм в виде блок-схемы, отображающий элементы цепи переменного тока

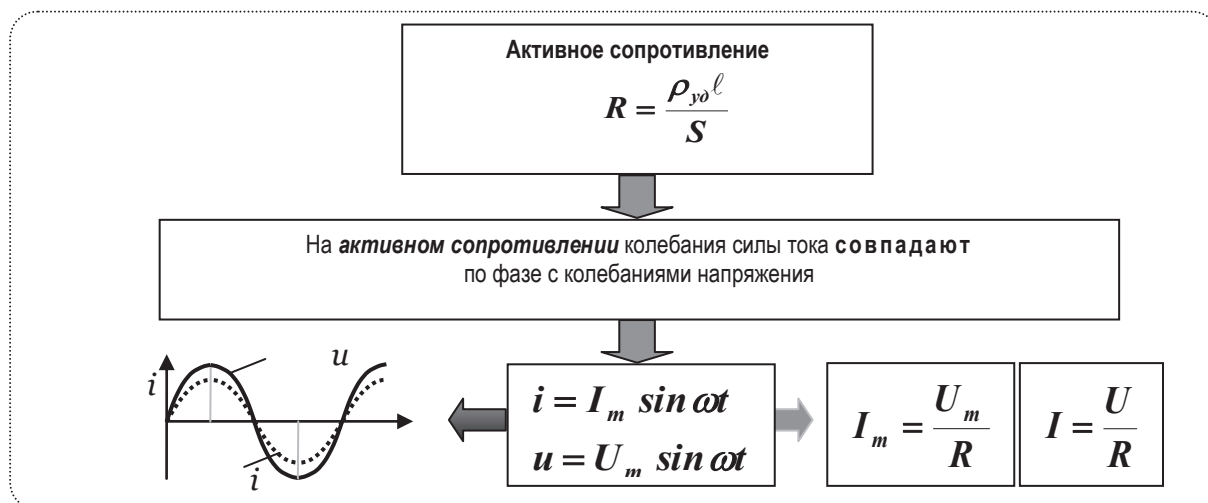


Рис. 5. Фрейм в виде логико-смысловой схемы, представляющий обобщение учебного материала по изучению активного сопротивления в цепи переменного тока

Чтобы помочь обучающимся сконцентрировать новую информацию и создать в сознании ее структуру, можно использовать фрейм в виде логико-смысловой схемы, помещенной в рамку (рис. 5).

Такие схемы-обобщения, с нашей точки зрения, очень важны, поскольку становление понятия, связывание смысла со знаком происходит тогда, когда обучающийся имеет возможность охватить структуру со всеми элементами, с которыми она связана, поскольку процесс понимания заключается в установлении отношений, выделении главного, в переходе от отдельных элементов к смыслу целого (Л. С. Выготский и др.).

Особо следует остановиться на фреймах в виде логико-смысловых блок-схем, предназначенных для формирования у обучающихся умений формулировать законы и определения физических величин. Формулировки определений большинства физических величин и физических законов (за-

кономерностей) имеют сходную синтаксическую структуру – именно поэтому открывается возможность создать фреймовую схему для запоминания функциональной связи между величинами. Разработанные нами фреймовые схемы-опоры для формулирования законов и определений физических величин содержат: 1) устойчивые элементы, отношения между которыми существенны; 2) стереотипные, обязательные слова или словосочетания, необходимые для установления отношений между элементами структуры; 3) указание направления связи смысловых элементов фрейма. Фреймовые схемы взаимосвязи физических величин (рис. 6) и схемы, предназначенные для формулирования определений физических величин и физических законов (рис. 7, 8), должны предъявляться обучающимся на первых занятиях по модульной технологии (с объяснением способа работы с ними и обязательным тренингом).

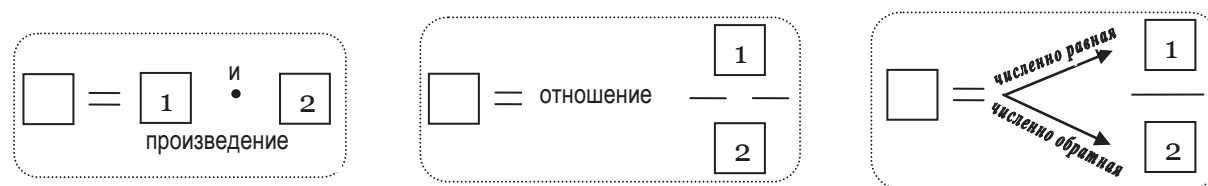


Рис. 6. Фреймы связей и зависимостей между физическими величинами

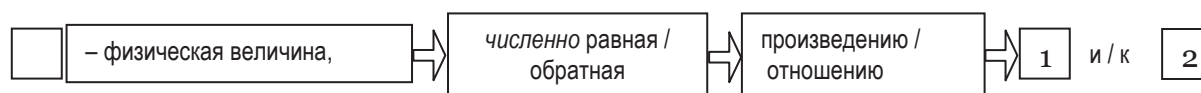


Рис. 7. Общая фрейм-схема для формулирования определений физических величин

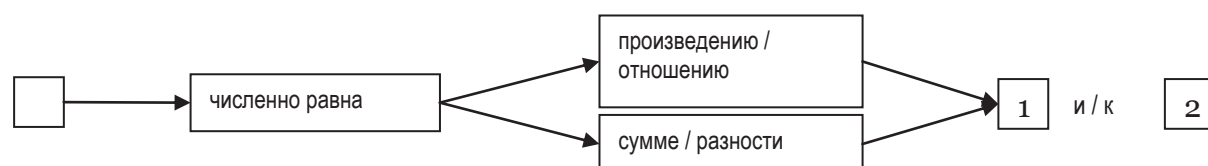


Рис. 8. Общая фрейм-схема для формулирования физического закона

Фрейм-сценарий предназначен для фокусирования внимания на стереотипной, повторяющейся процедуре, последовательности ситуаций или операций.

Для *установления процедуры выполнения задачи (действия)* можно применять фреймы-скрипты, содержащие описание алгоритмических предписаний с помощью определенного языка передачи информации. Примерами процедурных фреймов при обучении физике могут служить описание последовательности подачи электропитания на экспериментальную схему или инструкция действий в случае поражения электрическим током.

Для *формирования и развития учебных умений, освоения и систематизации знаний* по дисциплине можно конструировать фреймы-алгоритмы. Алгоритмические фреймы отличаются от фреймов-скриптов прежде всего тем, что работа по заданному алгоритму требует от обучающегося выполнения разнообразных интеллектуальных операций и актуализации других фреймов (в

том числе и процедурных), т. е. осуществления в большей или меньшей степени творческой деятельности. Например, при изучении явления электромагнитной индукции можно использовать алгоритмический фрейм «Применение правила Ленца», последним предписанием которого актуализируется фрейм «Определение направления линий магнитной индукции по правилу правого винта» (рис. 9).

Типичными представителями данного вида сценарных фреймов являются алгоритмы решения задач по физике, рассмотренные в трудах многих исследователей. Стереотипность алгоритмических фреймов, используемых для обучения умению решать задачи, проявляется в универсальности установленных предписаний действий и их последовательности для решения задач определенного класса. На основе сценарных фреймов-алгоритмов может быть разработан комплекс учебно-методических материалов для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

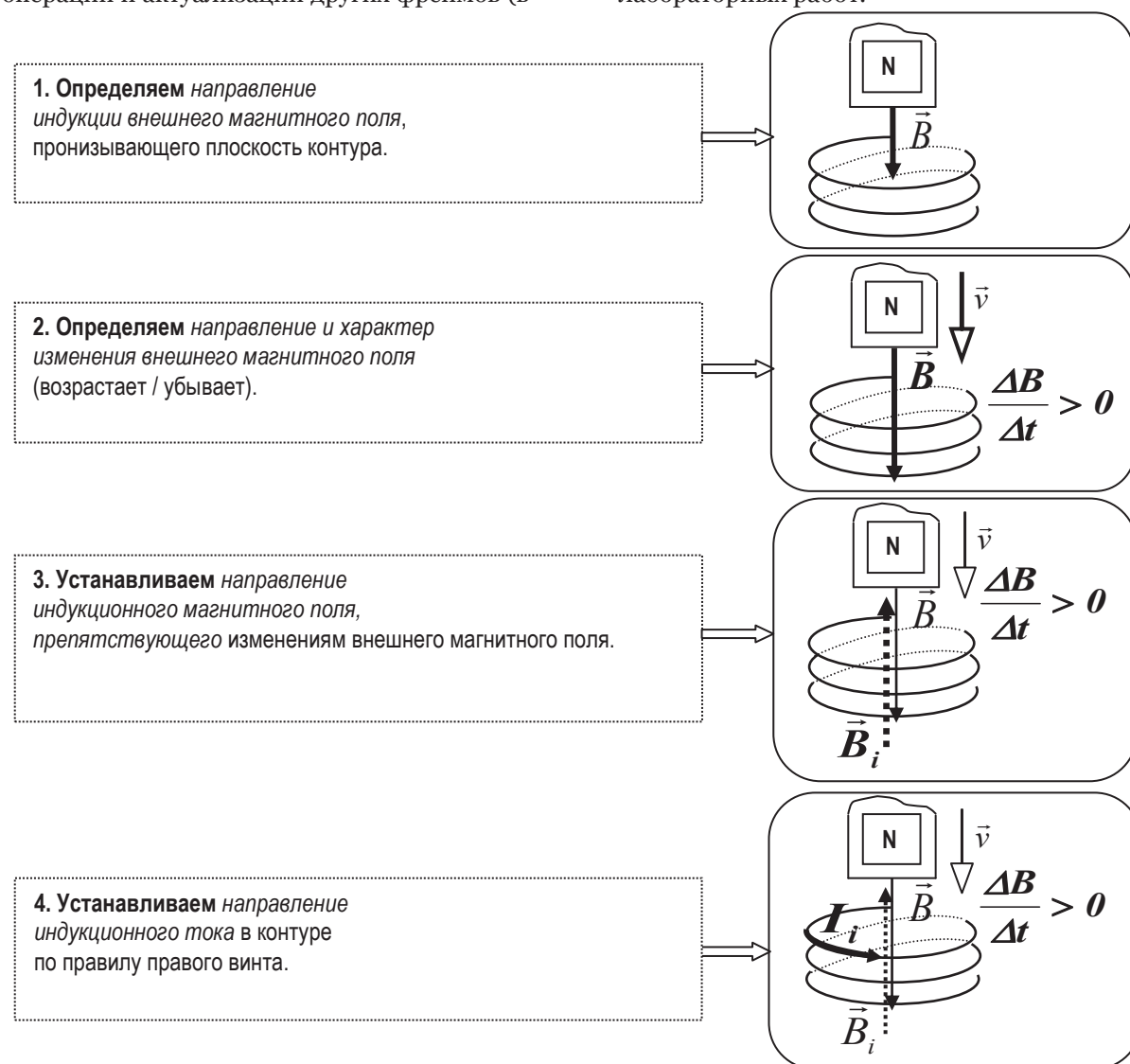


Рис. 9. Фрейм алгоритма применения правила Ленца

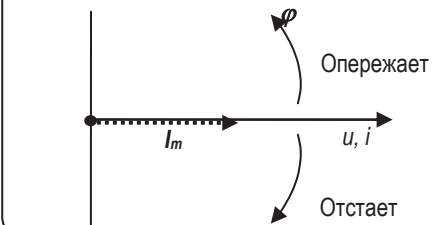
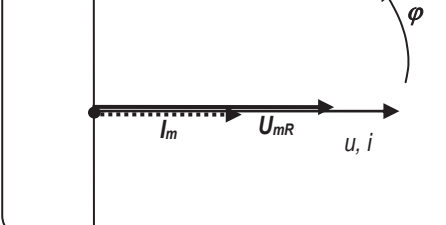
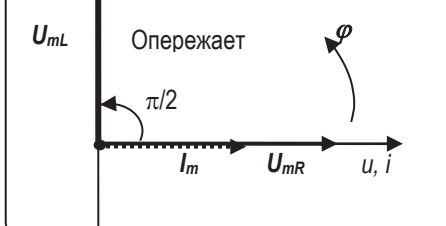
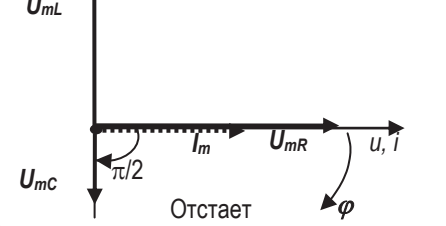
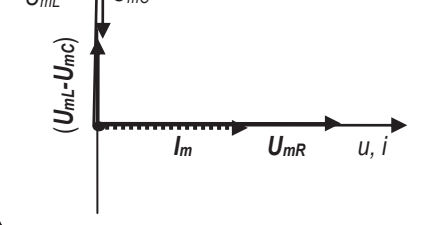
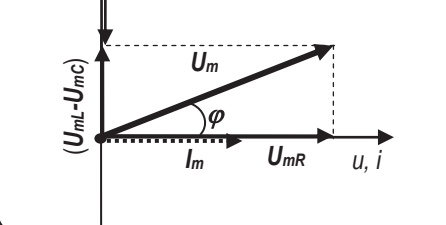
<p>1. Опытным путем установлено: $I_{mR} = I_{mL} = I_{mC}$</p> <p>⇒ Обозначаем амплитудные значения силы тока на всех элементах I_m.</p> <p>Обозначаем амплитудное напряжение: на активном сопротивлении U_{mR}, на индуктивном сопротивлении U_{mL}, на емкостном сопротивлении U_{mC}. Примем $X_L > X_C$.</p>	
<p>2. Выбираем начальную ось, точку отсчета, направление обхода.</p> <p>Мы выбираем горизонтальную ось, на которой обозначаем амплитудную силу тока.</p> <p>Устанавливаем, что опережение фазы колебаний напряжения по отношению к колебаниям силы тока будем показывать поворотом против часовой стрелки.</p>	
<p>3. Откладываем амплитудное напряжение U_{mR}.</p> <p>На активном сопротивлении нет сдвига фазы между током и напряжением, поэтому амплитудное значение напряжения U_{mR} мы обозначаем на горизонтальной оси без сдвига фазы по отношению к амплитуде силы тока.</p>	
<p>4. Откладываем амплитудное напряжение U_{mL}.</p> <p>На индуктивном сопротивлении колебания силы тока отстают от колебания напряжения на $\pi/2$. Перефразируем: колебания напряжения опережают колебания силы тока на $\pi/2$. Поэтому откладываем вектор U_{mL}, поворачивая его против часовой стрелки на 90° относительно вектора I_m.</p>	
<p>5. Откладываем амплитудное напряжение U_{mC}.</p> <p>На емкостном сопротивлении колебания силы тока опережают колебания напряжения на $\pi/2$. Перефразируем: колебания напряжения отстают от колебаний силы тока на $\pi/2$. Поэтому откладываем вектор U_{mC}, поворачивая его по часовой стрелке на 90° относительно вектора I_m.</p>	
<p>6. Находим геометрическую сумму векторов.</p> <p>Складываем вектора U_{mL} и U_{mC} ⇒ получаем вектор $(U_{mL} - U_{mC})$.</p>	
<p>7. Находим геометрическую сумму векторов.</p> <p>Складываем вектора $(U_{mL} - U_{mC})$ и U_{mR} ⇒ получаем вектор U_m.</p> <p>Сдвиг фазы результирующей амплитуды напряжения относительно амплитуды силы тока в цепи характеризуется углом φ.</p>	

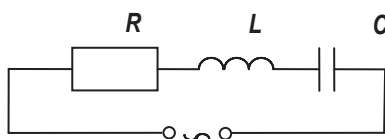
Рис. 10. Фрейм-сценарий применения метода векторных диаграмм, цепочка логических преобразований



Вывести формулу закона Ома для неразветвленной цепи ~ тока



Цепь ~ тока



$$! I_{mR} = I_{mL} = I_{mC} = I_m !$$

Сопротивления в цепи ~ тока

Активное

$$R = \frac{\rho \ell}{S}$$

Колебания напряжения (u) и силы тока (i) **совпадают** по фазе

$$I_m = \frac{U_{mR}}{R}$$

Индуктивное

$$X_L = \omega L$$

Колебания напряжения (u) **опережают** колебания силы тока (i) на $\pi/2$

$$I_m = \frac{U_{mL}}{X_L}$$

Емкостное

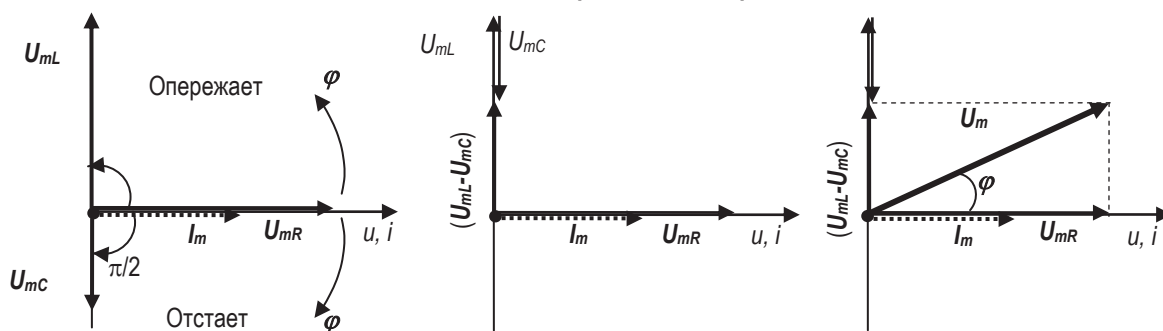
$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

Колебания напряжения (u) **отстают** от колебаний силы тока (i) на $\pi/2$

$$I_m = \frac{U_{mC}}{X_C}$$



Метод векторных диаграмм



$$U_m^2 = U_{mR}^2 + (U_{mL} - U_{mC})^2 \Rightarrow U_m^2 = I_m^2 R^2 + I_m^2 (X_L - X_C)^2 \Rightarrow$$

$$U_m^2 = I_m^2 R^2 + I_m^2 \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2 \Rightarrow U_m^2 = I_m^2 \left[R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2 \right] \Rightarrow$$

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}} \longleftrightarrow Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2} \longleftrightarrow I = \frac{U}{Z}$$



– задача;



– теоретические основания;



– метод решения;



– решение задачи

Рис. 11. Проблемный фрейм по теме «Закон Ома для цепи переменного тока»

Для установления закономерностей событий или процессов можно применить фреймы-описания. Характерными чертами их являются высокая свернутость текста и последовательность фиксации изменения ситуации (или причинно-следственной связи установленных существенных элементов текста). Фреймы-описания могут быть представлены в знаково-символическом или графическом виде с помощью цифровых, алгоритмических, символьных логограмм. Например, для повышения наглядности и установления последовательности действий можно использовать *рамочный фрейм-сценарий*, смысловыми ячейками которого являются **начальные условия, цепочка логических преобразований, конечный результат** (рис. 10).

Для развития логического, проблемного, творческого мышления обучающихся можно разработать сценарные фреймы решения проблем, подробно рассмотренные в трудах М. А. Чошанова. Во фреймах данного типа стереотипными структурными элементами могут являться актуализация проблемы, формирование знания о способах решения проблемы, выбор решения проблемы и решение проблемы (рис. 11).

Применение фреймов-сценариев, структура которых в свернутом, символическом, сжатом виде отображает обобщенный концепт знаний, позволяет обучающимся более эффективно создавать когнитивные схемы, которые лежат в основе развития интеллектуальных способностей человека.

Обобщая сказанное, заметим, что, в зависимости от места и назначения фрейма в процессе формирования понятия (изучении теории, явления), к выбору определенной модели фрейма и наглядному отображению содержания обучения должны быть предъявлены различные психолого-педагогические требования. При конструировании

и использовании фреймов следует учитывать, что наглядные образы сокращают цепь словесных рассуждений и могут синтезировать схематичный образ большей «емкости», уплотняя тем самым информацию. В процессе разработки учебно-методических материалов с помощью фреймов необходимо контролировать степень обобщения содержания обучения, дублировать вербальную информацию обратной и наоборот, чтобы при необходимости звенья логической цепи были полностью восстановлены обучающимися. Другим важным аспектом использования фреймов для представления содержания обучения является определение оптимального соотношения наглядных образов и словесной, символьной информации. Можно говорить о единстве, взаимообусловленности чувственных и рациональных компонентов мыслительной деятельности: наглядные образы, как утверждает в своих научных трудах Т. Н. Шамало, «позволяют более оперативно мыслить и фиксировать результаты мыслительной деятельности в сжатой, экономной форме. В свою очередь, понятийное мышление направляет чувственное познание, делает его избирательным и созидательным» (3, с. 62).

Построение системы моделей фреймов, которые целесообразно использовать при модульном обучении, выступает как самостоятельная и очень сложная задача теоретического исследования. Чтобы охватить в рамках единой системы широкий круг проблем, необходимо особым образом синтезировать представления и методы ряда научных дисциплин – физики, математики, инженерии знаний, психологии, педагогики, нейропедагогики, лингвистики, возрастной физиологии и др. Вместе с тем трудности построения фреймов и последующей работы с ними повышают интерес к системному исследованию этих проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блейк С., Пейп С., Чошанов М. А. Использование достижений нейропсихологии в педагогике США // Педагогика. 2004. № 5.
2. Зимняя И. А. Педагогическая психология. М. : Логос, 2003.
3. Шамало Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении. Свердловск, 1990.
4. Щедровицкий Г. П. Избранные труды. М. : Шк. культ. полит., 1995.

Статью рекомендует д-р пед. наук, проф. Т. Н. Шамало.